

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H04B 7/005



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97113427.8

[43]公开日 1997 年 12 月 24 日

[11] 公开号 CN 1168576A

[22]申请日 97.4.26

[30]优先权

[32]96.4.26 [33]JP[31]106964/96

[71]申请人 冲电气工业株式会社

地址 日本东京港区

[72]发明人 山口法夫 椎野玄博

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

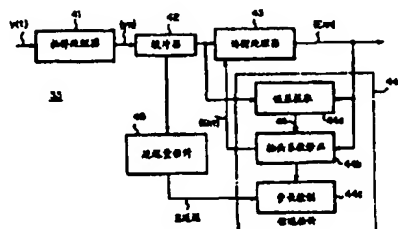
代理人 邹光新 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 与接收信号的估计延迟成比例地控制步长的自适应均衡器

[57]摘要

能增加信道的估计准确性,且能防止调制特性退化的自适应均衡器。抽样电路从接收信号产生抽样序列。抽样序列从缓冲器提供给均衡电路、信道估计电路和延迟量估计电路。均衡电路从抽样序列和估计脉冲响应序列中获得估计发送符号序列。信道估计电路从抽样序列、估计发送符号序列和估计误差中获得估计脉冲响应序列。延迟量估计电路把估计延迟量送给步长控制电路。误差提取电路获得估计误差。步长控制电路响应延迟量来控制步长参数,且抽头系数修正电路通过估计发送符号、估计误差 e_n 和步长参数来修正抽头系数。



BEST AVAILABLE COPY

(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1、一种自适应均衡器，包括：

用来抽样通过传送信道发送的已接收符号序列以产生一抽样序列的抽样装置；

用来响应抽样序列和传送信道的估计脉冲响应而估计发送符号以产生一估计发送符号序列的均衡器装置；

用来从抽样序列和估计发送符号序列中提取一估计误差序列的误差提取装置；

用来从估计误差序列和步长参数顺序地修正抽头系数以顺序地产生估计脉冲响应的抽头系数修正装置；

用来根据抽样序列来估计已接收符号序列的延迟量的延迟估计装置；和

用于响应估计脉冲响应来控制步长参数和上一抽头系数的漏泄量的步长控制装置。

2、一种自适应均衡器用来通过估计信道的脉冲响应和通过响应已估计的脉冲响应来控制所说自适应均衡器的抽头系数来补偿传送信道时变特性，包括：

用来抽样通过信道馈给的已接收符号序列，及用来暂时保持一抽样序列的抽样保持电路；

用来响应抽样序列和所说信道的估计脉冲响应来估计发送符号以产生估计的发送符号序列的均衡器电路；

用来从抽样序列和估计的发送符号序列中提取估计误差序列的误差提取电路；

用来从估计误差序列和步长参数中顺序地修正抽头系数以顺序地产生信道的估计脉冲响应的抽头系数修正电路；

用来从抽样序列获得已接收符号序列的估计延迟量和已接收符号序列的平均振幅任何之一的检测电路；和

用来在修正抽头系数时响应所说的检测电路获得的值来控制步长参数和上一抽头系数的漏泄量任何之一的控制电路。

3、根据权利要求2的自适应均衡器，其中所说的检测电路获得已接收符

号序列的估计延迟量，和所说的控制电路使得步长参数与接收的符号序列的估计延迟量成比例。

4、根据权利要求2的自适应均衡器，其中所说的检测电路获得已接收符号序列的估计延迟量，和所说的控制电路使得上一抽头系数的漏泄量和接收的符号序列的估计延迟量成比例。

5、根据权利要求2的自适应均衡器，其中所说的检测电路获得接收符号序列的平均振幅，以及所说的控制电路使得步长参数与接收的符号序列的平均振幅成比例。

6、根据权利要求2的自适应均衡器，其中所说的检测电路获得接收的符号序列的平均振幅，和所说的控制电路使得上一抽头系数的漏泄量与接收的符号序列的平均振幅成比例。

7、根据权利要求2的自适应均衡器，其中所说的抽头修正电路通过应用小均方算法从估计误差序列和步长参数中顺序地修正抽头系数。

8、一自适应均衡器，包括：

用来抽样接收的符号序列以产生一抽样序列的抽样装置；

用来响应抽样序列和传送信道的估计脉冲响应来估计发送符号以产生发送符号的估计序列的均衡器装置；

用来响应抽样序列和发送符号的估计序列来估计脉冲响应的信道估计装置；
和

用来根据抽样序列来估计接收的符号序列的延迟量的延迟估计装置，

其中当接收符号序列的延迟量小于预定临界值时，所说的均衡器装置通过应用使延迟波项是由所说信道估计装置估计的信道估计脉冲响应复位的值来执行均衡处理。

9、一种自适应的均衡器，用来通过估计信道的脉冲响应和通过响应已估计的脉冲响应，来控制所说的自适应均衡器的抽头系数来补偿传送信道的时变特性，包括：

用来抽样通过所说信道馈给的接收符号序列，和用来暂时保持抽样序列的抽样保持电路；

用来响应抽样序列和信道的估计脉冲响应来估计发送符号以产生发送符号的估计序列的均衡器电路；

用来响应抽样序列和发送符号的估计序列来估计信道的脉冲响应的信道估计电路；和

用来从抽样序列估计接收的符号序列的估计延迟量的延迟量估计电路。

其中当接收符号序列的延迟量小于预定临界值时，所说的均衡器电路通过使用使延迟波项是由所说信道估计电路估计的信道估计脉冲响应复位的值来执行均衡处理。

说明书

与接收信号的估计延迟成比例地控制步长的自适应均衡器

本发明涉及用于补偿数字通信系统的接收器中接收信号的传送延迟的自适应均衡器。

近来，数字式移动通讯有了深入发展。陆地移动通信的问题之一是由频率选择性衰落而引起的接收信号波形严重失真，这是由移动电台的快速移动和多种干扰波伴随延迟。自适应均衡器用于特性随着时间改变的信道，以补偿上述失真。

普通的均衡器被描述，如，在J. G. Proakis et al. Prentice Hall所著的“通信系统工程”，1994，pp. 577-595，在此引用作为参考。

自适应均衡器跟踪信道响应的时间变化且修改其系数以减少失真。其中一种普通自适应均衡器根据LMS（最小均方）算法来估计信道特性。在一符号周期T时抽样接收信号Y(t)来输出抽样序列。基于LMS用来优化抽头系数{Eh_t(0), Eh_t(1), ..., Eh_t(M)}的算法可表示为：

$$Eh_t(i)^{n+1} = Eh_t(i)^n + \beta * e_n * Ex(n-1) \quad (1)$$

这里Eh_t(i)ⁿ⁺¹代表(n+1)-th瞬时的抽头系数，Eh_t(i)ⁿ代表n-th瞬时的抽头系数，β代表一为固定值的步长参量，Ex(n)代表估计传送符号序列，且e_n代表从估计传送符号序列Ex(n)和抽样序列{Y_n}得到的不同，其中置于数据名起始位置的E代表其是一估计值。

另一种自适应均衡器是基于MLSE（最大似然序列估计）。当得到一有限接收抽样序列Y_n = {Y₁, Y₂, ..., Y_n}时，它估计在信道的脉冲响应h_t(t)已知情况下，提供有限接收抽样序列Y_n = {Y₁, Y₂, ..., Y_n}的

最大似然的传送符号序列X_k = {X₁, X₂, ..., X_n}。这与使下面表达式

(2) 达到最大而得到的符号序列是相一致的，假设信道噪声为白高斯噪声。

$$-\sum_{k=1}^N |y_k - \sum_j x_j h(t-jT)|^2 \quad (2)$$

表达式 (2) 用Viterbi算法计算。

然而, 普通自适应均衡器存在以下问题。如果信道上没有延迟波, 如果有限抽头模式的延迟项抽头 l 值为零, 这是理想的。然而, 实际中, 因为估计误差 e_n , 有一些非零量。这将降低估计准确性, 从而引起接收器解调特性的退化。

估计准确性可通过降低信道有限抽头模式的延迟项抽头的跟踪速度来提高, 或通过漏泄后, 即在修正延迟项抽头时减少上个抽头系数的加权系数后, 修改抽头系数来提高。然而, 如果信道上没有延迟波, 因为延迟项抽头本身必须跟从信道中的时间变化, 所以跟踪速度的减小或抽头系数的漏泄出现问题。出现另一个问题是由衰落或类似情况带来接收信号的功率电平瞬时下降而造成接收器的解调特性退化。

所以, 本发明的目的之一是通过提高信道的估计精度来提供一种能够完成良好解调特性的自适应均衡器, 与在信道上延迟波的存在或不存在无关。

根据本发明的第一个方面, 提供一种自适应均衡器用来通过估计信道的脉冲响应且通过响应估计的脉冲响应来控制自适应均衡器的抽头系数从而补偿信道的时变特性。这种自适应均衡器包括: 用来抽样通过信道馈给的接收信号, 和用来暂时保持由抽样产生的抽样序列的抽样保持电路; 响应抽样序列和信道的估计脉冲响应来估计已传送符号以产生估计传送符号序列的均衡器电路; 用来从抽样序列和估计传送符号序列中提取估计误差序列的误差提取电路; 通过使用最小均方算法从估计误差序列和步长参数中顺序地进行抽头系数的修正计算以顺序地产生信道的估计脉冲响应的抽头系数修正电路; 用来从抽样序列获得接收信号的估计延迟量和接收信号的平均振幅之一的检测器电路; 及在修正抽头系数时响应检测器电路的检测值来控制上一抽头系数的步长参数和漏泄量之一的控制电路。

这里, 检测器电路可获得接收信号的估计延迟量, 且控制电路可使步长参数与接收信号的估计延迟量成比例。

检测器电路可获得接收信号的估计延迟量, 且控制电路可使上一抽头系数的漏泄量和接收信号的估计延迟量成比例。

检测器电路可获得接收信号的平均振幅, 且控制电路可使步长参数和接收信号的平均值成比例。

检测器电路可获得接收信号的平均振幅，且控制电路可使上一抽头系数的漏泄量和接收信号的平均值成比例。

根据本发明的第二个方面，提供一种自适应均衡器，通过估计信道的脉冲响应并且通过响应估计的脉冲响应来控制自适应均衡器的抽头系数从而补偿信道的时变特性。这种自适应均衡器包括：用来抽样通过信道馈给的接收信号，且用来暂时保持由抽样产生的抽样序列的抽样保持电路；响应抽样序列和信道的估计脉冲响应来估计传送符号以产生估计传送符号序列的均衡器电路；响应抽样序列和估计传送符号序列来估计信道的脉冲响应的信道估计电路；和从抽样序列中估计接收信号的估计延迟量的延迟量估计部分，其中，当接收信号的延迟量小于预定临界值时，均衡器电路通过使用值执行均衡处理，在该值时，延迟波项是通过信道估计电路估计的信道估计脉冲响应的复位。

从结合附图的以下详细描述本发明的目的和特征将变得更加清晰。

图1 是本发明自适应均衡器的第一实施例的示意方框图；

图2 是在本发明自适应均衡器的数字移动通信的发送器和接收器的示意方框图；

图3 是表示图1 中延迟量估计部分的示意方框图；

图4，类似图1，是本发明自适应均衡器第二实施例的示意方框图；

图5 也是本发明自适应均衡器第三实施例的示意方框图；

图6 是本发明自适应均衡器第四实施例的示意方框图；和

图7 是本发明自适应均衡器第五实施例的示意方框图。

实施例1

在描述本发明自适应均衡器的实施例之前，先描述应用自适应均衡器的发送器和接收器。

图2 是本发明自适应均衡器应用的用于数字移动通信的发送器和接收器的示意框图。在图2 中，发送器1 0 通过一信道2 0 与接收器3 0 相连接。发送器包括编码器1 1，发送低通滤波器 (L P F) 1 2 和调制器1 3。接收器3 0 包括解调器3 1，接收低通滤波器 (L P F) 3 2，自适应均衡器3 3，和解码器3 4。

在工作中，在发送器1 0 中，编码器1 1 把输入数据编码成包含相互正交

的I 和O 分量的发送符号 X_n 。发送器低通滤波器1 2 频带限制发送符号 X_n 。以在其输出端口发出一个复合基带发送信号 $S(t)$ 。调制器1 3 用复合基带发送信号 $S(t)$ 调制载波, 并且以发送信号 $S_c(t)$ 的形式通过信道2 0 发送它。

在接收器3 0 中, 解调器3 1 解调从信道2 0 接收到的信号 $r_c(t)$ 成为一个复合基带信号 $r(t)$ 。接收低通滤波器3 2 频带限制复合基带信号 $r(t)$ 以输出一个复合基带接收信号 $Y(t)$ 。自适应均衡器3 3 在每一个符号周期 T 抽样信号 $Y(t)$, 并且响应抽样序列补偿由于频率选择衰落而引起的信道的特性变化, 从而输出估计发送符号 $E X_n$ 。最后, 解码器3 4 解码估计发送符号 $E X_n$ 以得到发送数据 $E b_m$, 其中置于数据名初始位置的正代表它们是估计值。

本发明将参考附图详细描述。图1 是本发明自适应均衡器第1 实施例的原理图, 它用于接收器3 0 中作自适应均衡器3 3。在示意实施例中, 自适应均衡器由程序序列控制的DSP (数字信号处理器) 构造。它包括抽样处理器或电路4 1, 用于在每一符号周期 T 抽样从图2 的接收低通滤波器3 2 馈给的接收信号 $Y(t)$ 以产生抽样序列 $\{Y_n\}$ 。抽样处理器4 1 输出的抽样序列 $\{Y_n\}$ 提供给缓冲器4 2 储存。抽样处理器4 1 和缓冲器4 2 组成一个抽样保持电路。缓冲器4 2 的输出送给均衡处理器或电路4 3 的输入和在信道估计单元4 4 A 中的误差提取部分4 4 a 的第一输入。均衡处理器根据抽样序列 $\{Y_n\}$ 和信道2 0 的估计脉冲响应序列 $\{E h_c\}$ 适宜于进行均衡作用, 从而产生估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 。均衡处理器4 3 的输出信供给信道估计单元4 4 A 中误差提取部分或电路4 4 a 的第二输入及抽头系数修正部分4 4 b 的第一输入。误差提取部分或电路4 4 a 从抽样序列 $\{Y_n\}$ 和估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 中提取估计误差序列 e_n 。

缓冲器4 2 的输出还送给用来估计发生在信道2 0 上延迟量 $E D e l a y$ 的延迟量估计部分或电路4 5 的输入。通过发现在每一预定观察周期 (例如, 帧周期) 用于恢复时钟信号的相关器的输出的峰值位置, 且通过观察峰值位置的波动, 就能进行延迟量估计。延迟量估计部分4 5 的输出供给信道估计单元4 4 A 中的步长控制部分4 4 C 的输入。步长控制部分或电路4 4 c 响应延迟量 $E D e l a y$ 控制步长参数。步长控制部分4 4 c 的输出送给抽头系数修正

部分或电路4 4 b 的第二输入, 电路4 4 b 通过把LMS (最小均方) 算法用于估计误差 e_n 和步长参数来修正信道有限抽头模式的抽头系数。

图3 是图1 中延迟量估计部分4 5 的一个例子的框图。延迟量估计部分或电路4 5 包括相关计算器4 5 a, 最大相关检测器4 5 b, 检测位置缓冲器4 5 c 和延迟量计算器4 5 d。相关计算器4 5 a 获得在时钟恢复的参考序列(同步序列) 和每一观察周期时接收信号的抽样序列 $\{Y_n\}$ 的子序列之间的相关值 $S_{4 5 a}$ 。最大相关检测器4 5 b 在每一个观察周期寻找相关 $S_{4 5 a}$ 的最大相关值 $S_{4 5 b}$ 。检测位置缓冲器4 5 c 保持从在直到用于观察波动而设定的当前时间之前的预定周期开始的相关值 $S_{4 5 b}$ 的检测位置 $S_{4 5 c}$ 。滞后量计算器4 5 d 从保持在检测位置缓冲器4 5 c 中的检测位置 $S_{4 5 c}$ 的波动范围获得延迟量 $E D e l a y$ 。

工作中, 参考图1, 抽样处理器4 1 抽样接收信号 $Y(t)$ 以产生抽样序列 $\{Y_n\}$, 且输出它到缓冲器4 2 中。输入到缓冲器4 2 中的抽样序列 $\{Y_n\}$ 在那里暂时存储, 且送给均衡处理器4 3, 信道估计部分4 4 A 和延迟量估计部分4 5。均衡处理器4 3 根据抽样序列 $\{Y_n\}$ 和通过信道估计部分4 4 A 估计的信道 20 的估计脉冲响应序列 $\{E h t\}$ 来进行均衡。

信道估计部分4 4 A 从抽样序列 $\{Y_n\}$ 、估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 和估计误差 e_n 获得信道 20 的估计脉冲响应序列 $\{E h t\}$ 。

从缓冲器4 2 接收抽样序列 $\{Y_n\}$ 的延迟量估计部分4 5 估计通过信道 20 的估计延迟量 $E D e l a y$, 且把它输出到信道估计部分4 4 A 中的步长控制部分4 4 c。

在信道估计部分4 4 A 中, 误差提取部分4 4 a 从估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 和抽样序列 $\{Y_n\}$ 中提取估计误差 e_n , 且步长控制部分4 4 c 响应由延迟量估计部分4 5 估计的估计延迟量 $E D e l a y$; 从而控制步长参数 $\beta(i)$ ($i = 0, 1, \dots, M$) 如下。

$$\beta(0) = \beta_0$$

$$\beta(i) = \beta_0 * E D e l a y / (i * T), \quad \text{当 } E D e l a y / (i * T) \leq 1 \text{ 时, 其它情况}$$

$$\beta(i) = \beta_0$$

其中

β_0 : 步长参数的参考值, 及

T : 抽头间隔

抽头系数修正部分4 4 b 响应估计发送符号序列 $EX_{(n)}$, 估计误差 e_n 和由步长控制部分4 4 c 设定的步长参数 $\beta(i)$, 根据下列等式 (3) 来修正抽头系数 $\{Eht(0), Eht(1), \dots, Eht(M)\}$ 。

$$Eht(i)^{n+1} = Eht(i)^n + \beta(i) * e_n * EX_{(n-1)} \quad (3)$$

如等式 (3) 所示, 响应信道2 0 的延迟状态来控制信道2 0 的有限抽头模式的延迟项抽头的跟踪准确性和速度。

根据第一实施例, 因为自适应均衡器设置有用来估计接收信号 $Y(t)$ 的估计延迟量 $E Delay$ 的延迟量估计部分4 5, 和在修正抽头系数时使步长参数与估计延迟量 $E Delay$ 成比例的步长控制部分4 4 c, 所以信道2 0 的有限抽头模式的延迟项抽头的跟踪速度和准确性能响应信道2 0 的延迟状态来控制。这就能实现接收器而与通过信道2 0 的延迟无关的良好解调特性。

实施例2

图4 是本发明自适应均衡器第二实施例的框图, 其中, 用相同的参考数码表示类似元件。第二实施例除其信道估计单元4 4 B 有一个不同于信道估计单元4 4 A 的结构外, 与第一实施例相同的。信道估计单元4 4 B 包括漏泄系数控制部分或电路4 4 d, 而不是信道估计单元4 4 A 中的步长控制部分4 4 c。漏泄系数控制部分4 4 d 响应由延迟量估计部分4 5 估计的估计延迟量 $EDelay$ 来控制漏泄系数, 这里, 漏泄系数是用来减少上一抽头系数的加权的系数。其它结构与图1 的相同。

自适应均衡器的工作不同于图1 的如下。具体地, 漏泄系数控制部分4 4 d 响应由延迟量估计部分4 5 估计的估计延迟量 $E Delay$ 来控制漏泄系数 $L(i)$ ($i = 0, 1, \dots, M$) 如下。

$$L(0) = 1$$

$$L(i) = E \text{ Delay} / (i * T) \quad \text{当 } E \text{ Delay} / (i * T) \leq 1 \text{ 时, 其它情况}$$

$$L(i) = 1$$

其中T是抽头间隔

开关系数适时修正部分44b响应估计发送符号 $E X_{(n)}$, 估计误差 e_n 和由漏泄系数控制部分44d设定的漏泄系数 $L(i)$, 根据下面等式(4)来修正抽头系数 $\{E h t(0), E h t(1), \dots, E h t(M)\}$ 。

$$E h t(i)^{n+1} = E h t(i)^n * L(i) + \beta * e_n * E x(n-1) \quad (4)$$

其中 β 是步长参数。

如等式(4)所示, 响应信道20的延迟状态来控制信道20的有限抽头模式的延迟项抽头的跟踪准确性和速度。

根据第二实施例, 自适应均衡器设置有用来估计接收信号 $Y(t)$ 的估计延迟量 $E \text{ Delay}$ 的延迟量估计部分45, 和在修正抽头系数时使上一抽头系数的漏泄量正比于估计延迟量 $E \text{ Delay}$ 的漏泄系数控制部分44d。如第一实施例, 响应信道20的延迟状态来控制信道20的有限抽头模式的延迟项抽头的准确性和跟踪速度。这就使得实现接收器良好解调特性成为可能, 而与通过信道20的延迟无关。

实施例3

图5是本发明自适应均衡器第三实施例的框图, 其中, 用与图1中相同的参考数码表示类似元件。除图1中的延迟量估计部分45被一个用来计算接收信号 $Y(t)$ 的平均振幅 $A v e$ 的平均振幅计算部分46代替外, 第三实施例与第一实施例相同。其它结构与图1中相同。

更具体地说, 存储在缓冲器42中的抽样序列 $\{Y_n\}$ 送到均衡处理器43, 信道估计单元44A和平均振幅计算部分46。

从缓冲器42接收抽样序列 $\{Y_n\}$ 的平均振幅计算部分46获得接收信号 $Y(t)$ 的平均振幅 $A v e$, 且把它输出到信道估计单元44A。

在信道估计部分44A中, 步长控制部分44c响应从平均振幅计算部分

4 6 馈给的平均振幅 A_{ve} 来控制步长参数 β 如下。

$$\begin{aligned}\beta &= \beta_0 * A_{ve}, & \text{当 } A_{ve} \leq 1.0 \text{ 时,} \\ \beta &= \beta_0, & \text{其它情况}\end{aligned}$$

其中 β_0 是步长参数的参考值。

抽头系数修正部分 4 4 b 响应估计发送符号 $E X_n$ ，由误差提取部分 4 4 a 获得的估计误差 e_n ，和由信道估计单元 4 4 设置的步长参数 β ，根据下式 (5) 而修正抽头系数 $\{E h_t(0), E h_t(1), \dots, E h_t(M)\}$ 。

$$E h_t(i)^{n+1} = E h_t(i)^n + \beta * e_n * E X^{(n+1)} \quad (5)$$

如等式 (5) 所示，响应根据接收信号的功率电平来控制信道估计单元 4 4 a 的跟踪速度。

根据第三实施例，自适应均衡器设置有用来计算接收信号 $Y(t)$ 的平均振幅 A_{ve} 的平均振幅计算器部分 4 6，和在修正抽头系数时使得步长参数 β 与平均幅 A_{ve} 成比例的步长控制部分 4 4 c。响应接收信号 $Y(t)$ 的功率电平来控制信道估计部分 4 4 a 的跟踪速度。这就使得能够解决信道估计的误差可能性增加和当由衰落或类似情况引起的接收信号 $Y(t)$ 的功率电平暂时下降时接收器的解调特性退化的现有问题。

实施例4

图6 是本发明自适应均衡器第四实施例的框图，其中，用与图4 和5 中的相同参考数码表示类似元件。除图4 中的延迟量估计部分 4 5 被图5 中的平均振幅计算部分 4 6 代替之外，第四实施例与图4 中所示的第二实施例相同。其它结构与图4 中相同。

更具体地说，漏泄系数控制部分或电路 4 4 d 响应由平均振幅计算部分 4 6 获得的并均振幅 A_{ve} 来控制漏泄系数 $L(i)$ 如下。

$$L(0) = 1$$

$$L(i) = A v e ,$$

当 $A v e \leq 1$ 时,

$$L(i) = 1 ,$$

其它情况,

抽头系数修正部分4 4 b 响应从均衡处理器4 3 输出的估计发送符号 $E X_n$, 由误差抽取部分4 4 a 得到的估计误差 e_n 和由漏泄系数控制部分4 4 d 设置的漏泄系数 $L(i)$ 来修正抽头系数 $\{E h t(0), E h t(1), \dots, E h t(M)\}$, 如前面所述等式 (4) 所示。

如等式 (4) 所示, 信道估计单元4 4 B 的跟踪准确性是响应接收信号 $Y(t)$ 的功率电平来控制的。

根据第四实施例, 自适应均衡器设置有用来计算接收信号 $Y(t)$ 的平均振幅 $A v e$ 的平均振幅计算部分4 6, 和在修正抽头系数时使得上一抽头系数的漏泄量与估计延迟量 $E D e l a y$ 成比例的漏泄系数控制部分4 4 d。信道估计部分4 4 B 的跟踪准确性能响应接收信号 $Y(t)$ 的功率电平来控制。这使得能解决信道估计的误差可能性增加和当由衰落或类似情况引起的接收信号 $Y(t)$ 的功率电平暂时下降时接收器的解调特性退化中的现有问题。

实施例5

图7 是本发明自适应均衡器第五实施例的框图, 其中, 用与图1 中相同的参考数码表示类似元件。如图7 所示的第五实施例除下列几点外与如图1 所示的第一实施例是相同的。

首先, 第五实施例设置有均衡处理器4 3 A 代替图1 中的均衡处理器4 3。均衡处理器4 3 A 与补偿处理器4 3 的不同在于其结构, 且前者从延迟量估计部分4 5 供给估计延迟量 $E D e l a y$ 。其次, 信号估计单元4 4 c 代替了信道估计单元4 4 A。信道估计单元4 4 c 在其结构不同于信道估计单元4 4 A。

当估计延迟量 $E D e l a y$ 小于预定临界值时, 均衡处理器4 3 A 通过利用由清除信道估计单元4 4 c 估计的信道2 0 的估计脉冲响应序列 $\{E h t\}$ 的延迟波项而获得的值来进行均衡。信道估计部分4 4 c 从抽样序列 $\{Y_n\}$ 和估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 中获得信道2 0 的估计脉冲响应序列 $\{E h t\}$ 。其它部分与图1 相同。

现在将描述第五实施例的工作。在这个实施例中, 均衡处理器4 3 A 应用

MLSE (最大似然序列估计)。从缓冲器4 2 接收抽样序列 $\{Y_n\}$ 的延迟量估计部分4 5 估计通过信道2 0 的估计延迟量E Delay (依据一个符号周期T)，且把它输出到均衡处理器4 3 A。信道估计部分4 4 c 从抽样序列 $\{Y_n\}$ 和估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 获得信道2 0 的估计脉冲响应序列 $\{E h_t\}$ 。

均衡处理器4 3 A 根据抽样序列 $\{Y_n\}$ ，估计脉冲响应 $\{E h_t\}$ 和估计滞后量E Delay 来进行最大似然序列估计 (MLSE)，以获得估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 。

更具体地说，当估计延迟量E Delay 小于开关门限值 θ ，即当无延迟波出现时，估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 能通过计算使下面表达式 (6) 最大的符号序列 $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ 来获得。

$$-\sum_{k=1}^N |y_k - x_k \cdot E h(t)|^2 \quad (6)$$

当估计延迟量E Delay 大于开关门限值 θ 时，估计发送符号序列 $\{E X_n\}$ 能通过计算使下面表达式 (7) 最大的符号序列 $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ 来获得。

$$-\sum_{k=1}^N |y_k - \sum_j x_j \cdot h(t-jT)|^2 \quad (7)$$

等式 (6) 和 (7) 能通过V i t e r b i 算法有效工作。

如等式 (6) 所示，当估计延迟量E Delay 小于开关门限值 θ ，即，当没有延迟波时，信号估计部分的延迟项抽头被迫复位。

根据第五实施例，自适应均衡器设置有用来估计接收信号 $Y(t)$ 的估计延迟量E Delay 的延迟量估计部分4 5。当估计延迟量E Delay 小于开关门限 θ ，即，当无延迟波出现时，信道估计部分4 4 c 的延迟项抽头被迫复位。这使得当无延迟波出现时，能改善接收器的解调特性。

虽然结合用于移动通信的接收器的自适应均衡器来解释了上述实施例，但是本发明也能应用于固定网络中数据通信或类似情况中的自适应均衡器。

1996年4月26日申请的日本专利申请号106964/1996的

全部公开，包括公开的说明书、权利要求、附图和摘要，在这里整体上引入作为参考。

虽然参考具体示意性实施例来描述本发明，但并不局限于那些实施例。可以理解，在不脱离本发明的精神和保护范围的情况下，本领域技术人员可以变换或改变实施例。

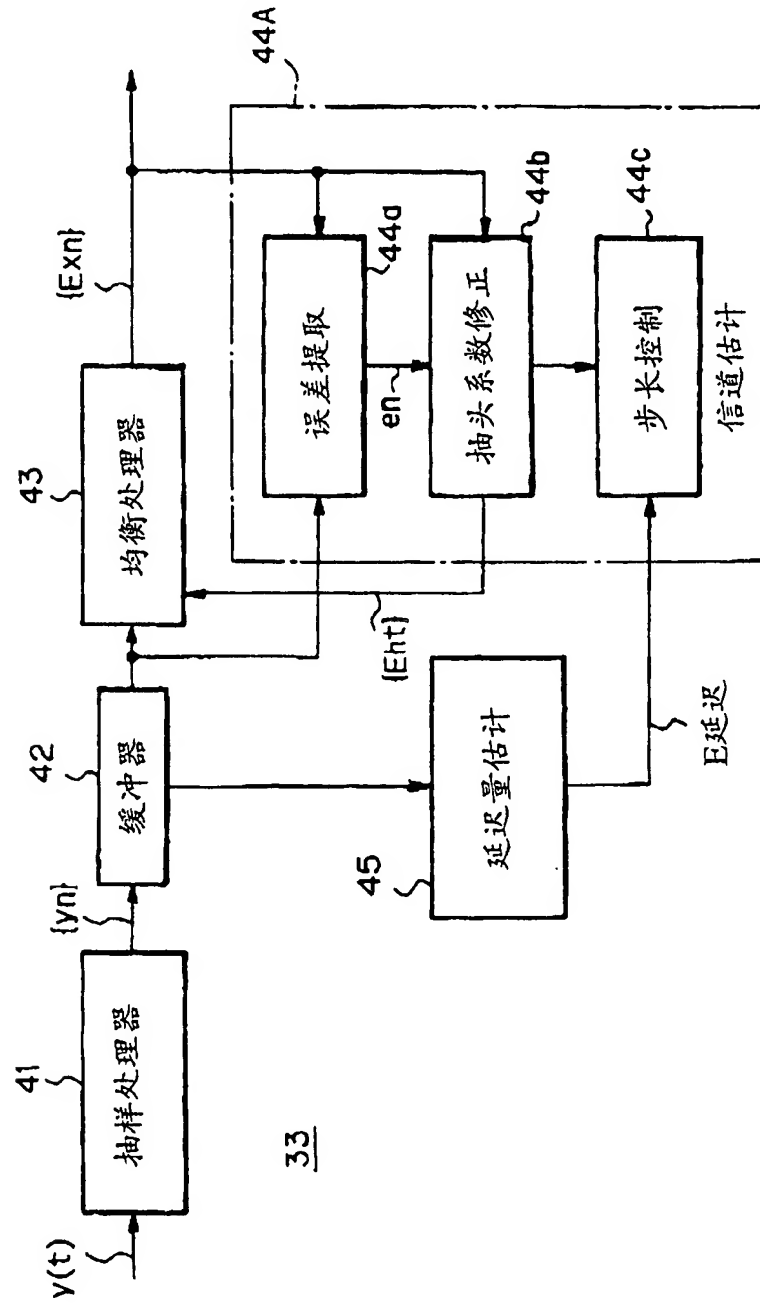


图 1

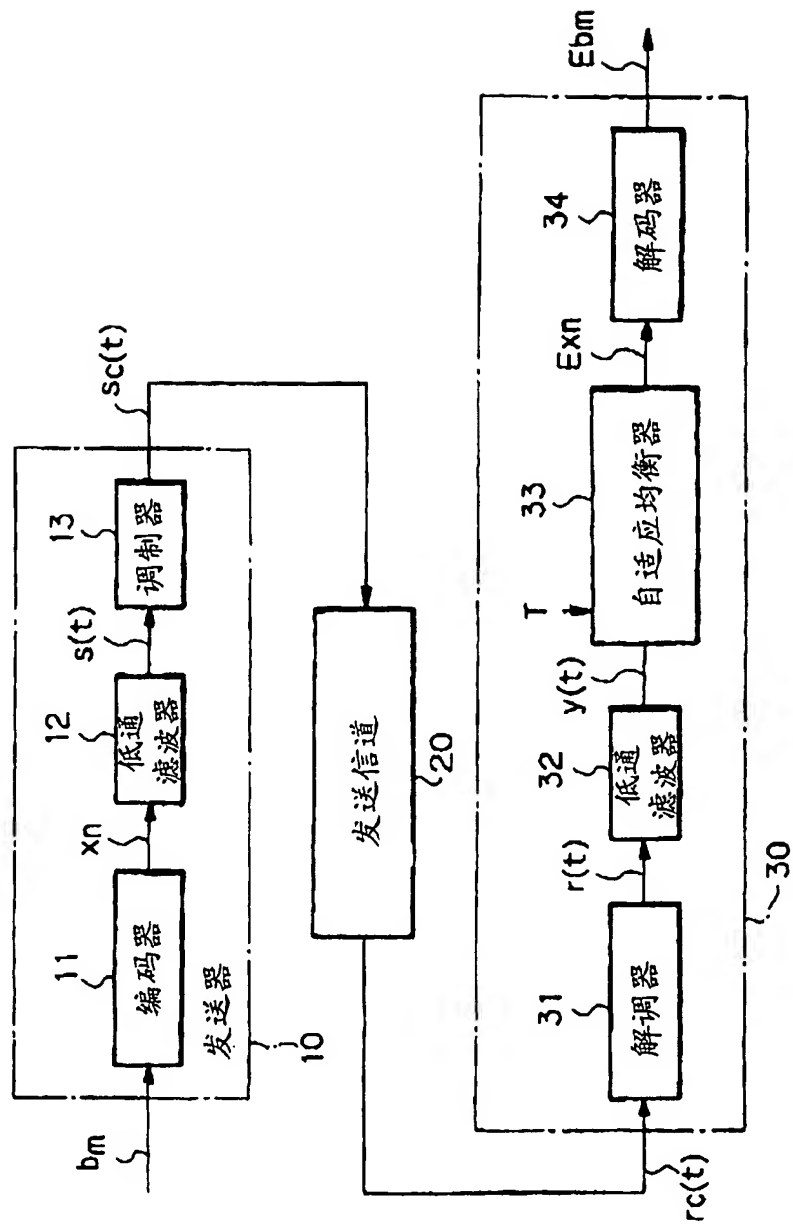


图 2

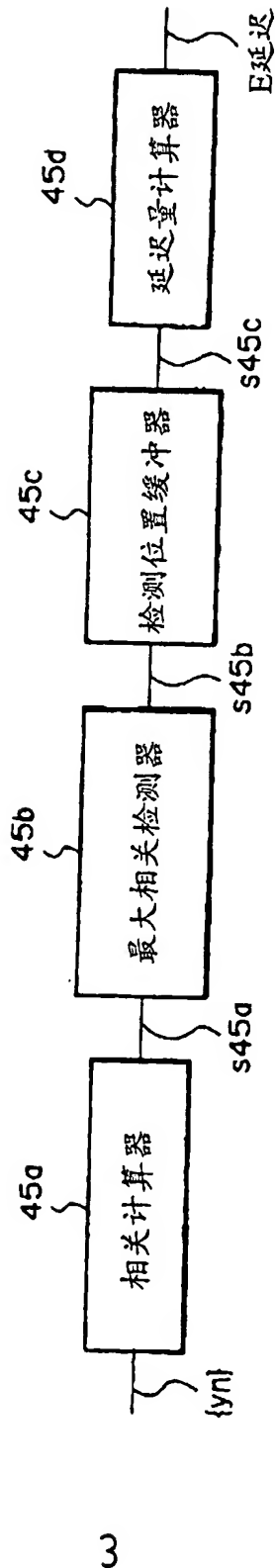


图 3

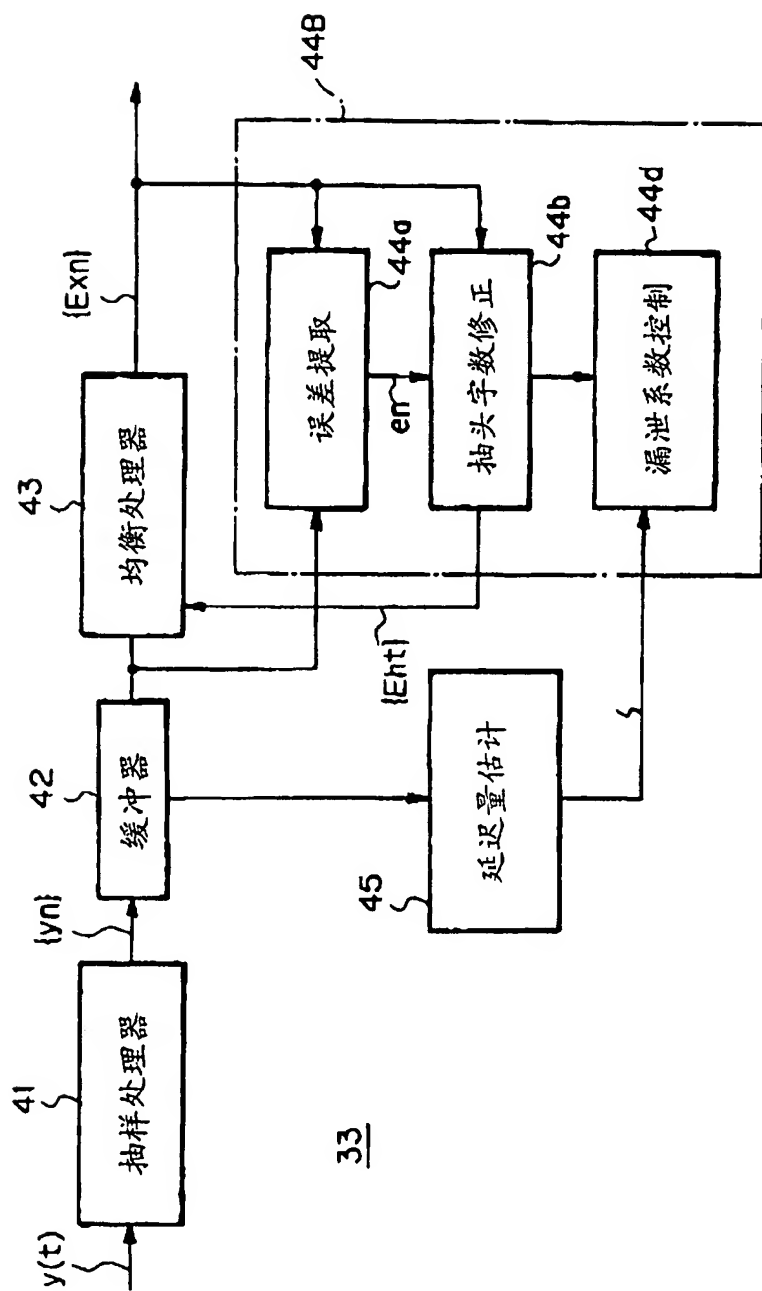


图 4

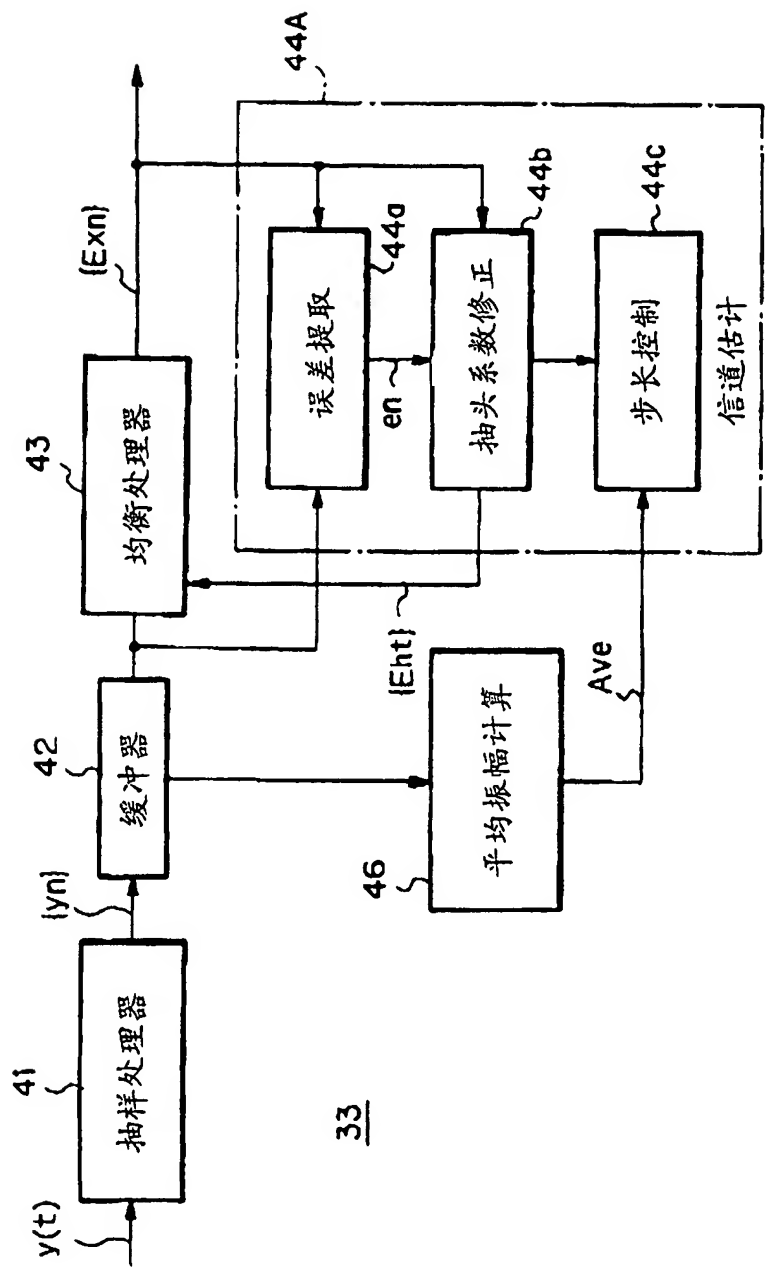


图 5

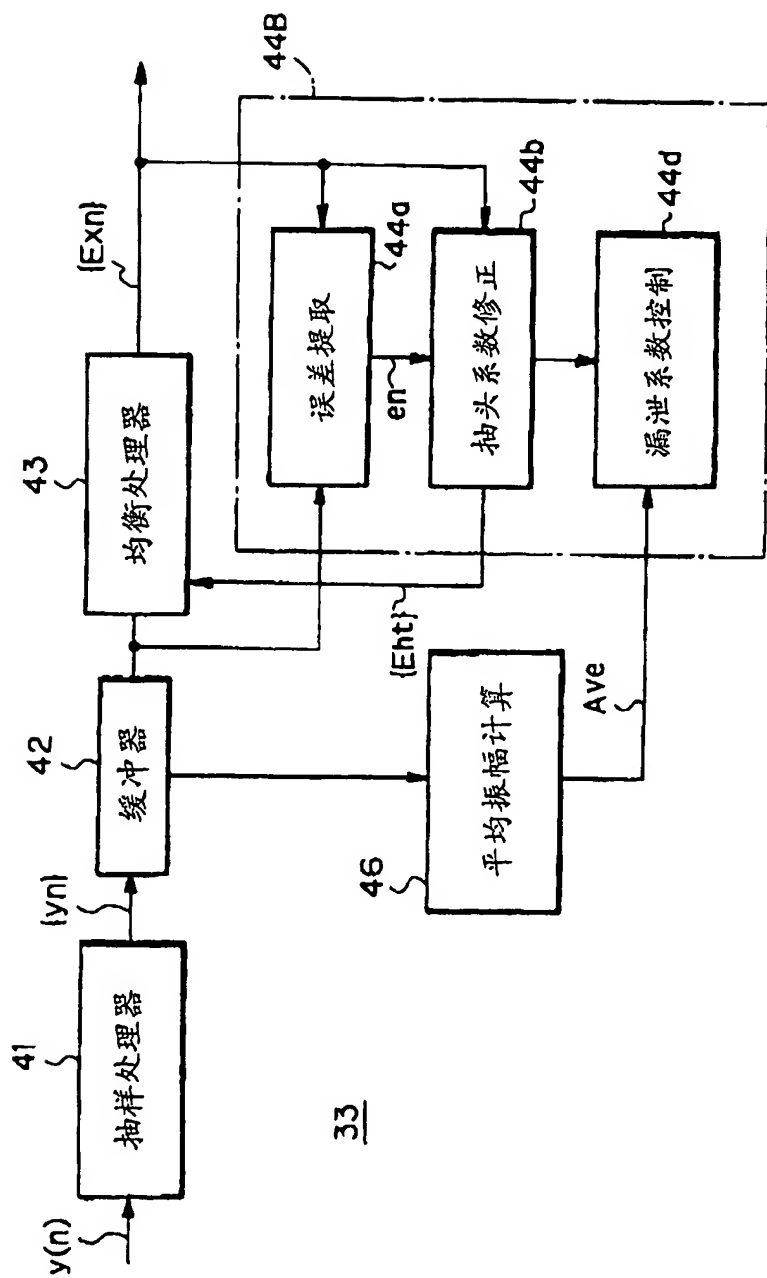


图 6

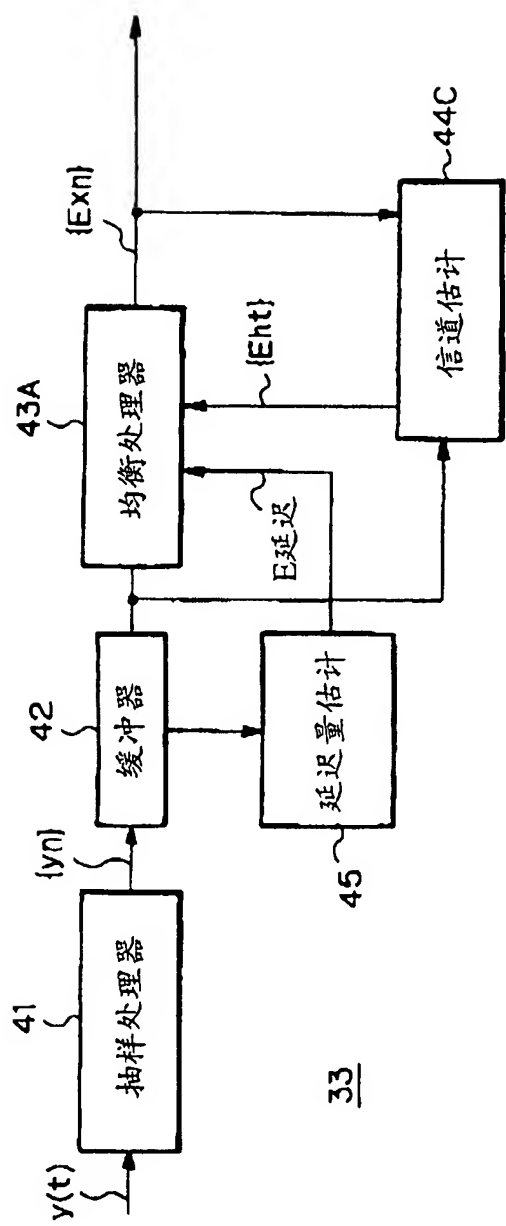


图 7